

Искать людей, которые смогли бы Вам помочь в данной ситуации — это последнее, что необходимо, когда атака уже началась.

Имейте четкий план действия при атаке. Необходимо иметь краткую инструкцию, что делать в случае атаки, по аналогии с планом эвакуации. Она должна быть прописана на бумаге и висеть на видном месте. В момент атаки рядом может оказаться администратор без практического опыта решения текущей проблемы, и чрезвычайно важно, чтобы у него не возникла заминка, и не было потраченного времени на поиск решения.

Тренируйтесь на учебных тревогах. DDoS — такая же чрезвычайная ситуация, как и пожар. Поэтому необходимо устраивать периодические проверки навыков оперативной обработки незапланированных ситуаций. Это поможет усвоить и закрепить навыки и обнаружить слабые места в процедурах.

Заранее блокируйте неиспользуемые порты. Заблаговременно заблокируйте на брандмауэре всё лишнее, что таким образом уменьшит поле для атаки. Если Вы имеете узкий круг проверенных, важных клиентов, добавьте их адреса в белый список, чтобы не отсеивать их запросы.

Определитесь с тем, где блокировать. Отсеивать ненужный трафик на брандмауэре или на маршрутизаторе? Подключать собственный аппаратный или сервис внешней фильтрации трафика? Решите эти важные вопросы заранее. Исключите метод проб и ошибок тогда, когда на него определенно нет времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. DDoS-атаки. Причины возникновения, классификация и защита от DDoS-атак [Электронный ресурс]. URL: <http://efsol.ru/articles/ddos-attacks.html>
2. Флёнов М. Linux глазами хакера. - СПб.: БХВ-Петербург, 2010. - 480 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АЗОТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ С УЧЕТОМ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

Чан Ми Ким Ан

*(г. Томск, Национальный исследовательский Томский политехнический университет)
e-mail: tranmykiman@gmail.com*

MODELING OF NITRIDING INCLUDING METALLIC PHASE TRANSITIONS

Tran My Kim An

(Tomsk, National Research Tomsk Polytechnic University)

Abstract: This paper deals with ion nitriding in metallic environment including phase changes. It contains mathematical model, analytical calculation, computer simulation and analysis received results from analytic and experiments.

Key words: plasma nitriding, nitrogen concentration profile, mathematical model, diffusion, layer growth kinetic.

Введение

Одним из наиболее распространенных и эффективных методов модификации поверхности является метод азотирования. При азотировании повышаются прочность, твердость, износостойкость, сопротивление усталости и коррозии сталей и сплавов [1-6]. Ионно-плазменное азотирование широко применяется в промышленности, однако, из-за большого числа факторов, влияющих на окончательный результат, имеется необходимость в совершенствовании условий проведения процесса азотирования [6].

В то же время существует необходимость математического описания отдельных этапов процесса и разработки общей модели, позволяющей более надежно управлять ходом процесса и проводить предварительные расчеты результатов обработки [2-5, 6-8]. Моделирование процесса ионного азотирования, как и любых других процессов химико-термической обработки, привлекает все большее внимание теоретиков и практиков, так как позволяет глубже понять процесс насыщения, найти параметры управления и проводить прогностические расчеты толщины слоя, структуры и свойств упрочненных деталей без дополнительных экспериментов. Степень достоверности получаемых результатов во многом зависит от объективной информации о технологическом процессе, азотном потенциале среды и точности математического описания физических явлений при обработке.

В данной работе рассмотрена математическая модель диффузии азота в объем металла с учетом меняющихся во времени граничных условиях. Модель учитывает фазовое состояние системы металл-азот и фазовые переходы, описывает рост нитридных слоев и профиль концентрации азота в каждой фазе и диффузионной зоне в течение процесса азотирования. Проведены численные расчеты и сравнение с экспериментом.

Математическая постановка

Увеличение концентрации азота, как показывают эксперименты, хорошо коррелирует с увеличением поверхностной микротвердости, а увеличение толщины азотированного слоя обеспечивает увеличение износостойкости [6]. В этом случае тепловая диффузия доминирует, и диффузионное проникновение азота в металле сопровождаются фазовыми превращениями в системе металл-азот. На рис.1 схематично показана геометрия однофазных слоев. Рассмотрим стационарный изотермический процесс насыщения металла азотом.

Общий вид первого закона Фика для диффузии азота в каждой фазе может быть выражен следующим образом:

$$J_i = D_i \frac{\partial C_i(x, t)}{\partial x}, \quad (1)$$

тогда диффузионная модель имеет следующий вид

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = D_i \frac{\partial^2 C_i}{\partial x^2}. \quad (2)$$

Здесь J_i – поток азота, $C_i = C_i(x, t)$ – концентрация азота на глубине x в момент времени t в фазе i , $\xi_i - \xi_{i-1}$ и x_i – толщина и координата i -слоя ($i=1, \dots, n$), D_i – коэффициенты диффузии, зависящие от температуры T [K] по закону Аррениуса:

$$D_i = D_{0i} \exp\left(\frac{-E_i}{RT}\right), \quad (3)$$

где D_{0i} [m²/s] – предэкспоненциальный множитель для i -той фазы, E_i [J/mol] – энергия миграции примеси в i -той фазе, $R=8.314$ [J/(mol K)] – универсальная газовая постоянная.

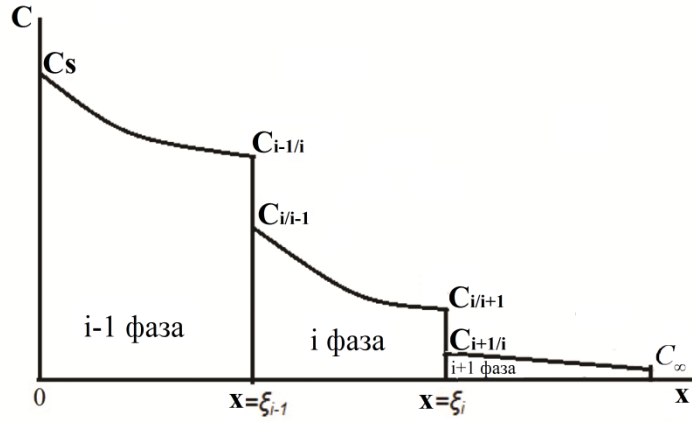


Рис.1 Геометрия задачи

Закон сохранения массы (условие Стефана) на границах между слоями (фазами) применяется в качестве уравнения непрерывности для атомов примеси

$$(C_{i/i-1} - C_{i-1/i}) \frac{d\xi_{i-1}}{dt} = [J_{i-1} - J_i]_{\xi_{i-1}}. \quad (4)$$

Математическая модель (1)–(4) описывает кинетику роста слоев и распределение концентраций азота в каждой фазе в процессе ионного азотирования металла.

В общем случае, система уравнений (1)–(4) решается численно при задании начального условия и граничных условий: на левой границе – условие первого или третьего рода, а на правой – условие второго рода.

Аналитическое решение

Решение системы уравнений (1)–(4) может быть представлено аналитически, если известны условия Стефана на межфазных границах (4), для трехфазной системы решение записывается в виде [4]

$$C_{i-1} = C_s + (C_{i-1/i} - C_s) \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_{i-1}t}} \right) \left[\operatorname{erf} \left(\frac{\xi_{i-1}}{2\sqrt{D_{i-1}t}} \right) \right]^{-1}, \quad (5)$$

$$C_i = \frac{0.14\xi_{i-1} + 0.59\xi_i}{\xi_i} - \frac{0.28\sqrt{D_i t}}{\xi_i} \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_i t}} \right), \quad (6)$$

$$C_{i+1} = C_{i+1/i} \left[1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_{i+1}t}} \right) \right], \quad (7)$$

здесь $\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$ – функция ошибок.

Результаты моделирования

Проведем сравнение результатов моделирования с экспериментом по азотированию стали в плазме азота и смеси с инертными газами, в котором азотирование проводилось в течение 1 часа при температуре 480-500°C [6].

В результате обработки в приповерхностных слоях стальной детали (железе) могут образовываться слои с различным содержанием азота. В соответствии с диаграммой состояния Fe-N при азотировании железа последовательно образуются в виде слоев фазы $\alpha \rightarrow \gamma' \rightarrow \epsilon$, что соответствует последовательности их расположения вдоль изотермы: α -структура поверхности азотированного железа включает в себя α -Fe(N) диффузионную зону (твердый

раствор азота в α -Fe), растворимость азота в железе ограничена и не превышает 0.11 масс.% азота при 500°C; γ' -фаза соответствует твердому раствору на базе нитрида Fe_4N , зона гомогенности лежит в пределах 5.7-5.9 масс. % азота; наивысшей концентрацией азота обладает внешний слой ε -фазы ($\text{Fe}_{2.3}\text{N}$) с содержанием азота 7.7-11 масс. % азота [4]. На рис.1, фазы α , γ' и ε обозначаются соответственно символами $i+1$, i и $i-1$.

Используем из работы [4] коэффициенты диффузии D_i для чистого железа:

$$D_{i-1} = 2.1 \cdot 10^{-8} \exp\left(\frac{-93517}{RT}\right), \quad D_i = 1.7 \cdot 10^{-9} \exp\left(\frac{-64000}{RT}\right), \quad D_{i+1} = 6.6 \cdot 10^{-7} \exp\left(\frac{-77900}{RT}\right). \quad (8)$$

Концентрация азота на поверхности азотируемого материала зависит от условий азотирования, в эксперименте [6] она не превышала 8 масс. % азота. На рис. 2 показаны экспериментальный профиль концентраций, здесь же показаны расчетные профили концентрации. Кривая 1 соответствует коэффициентам диффузии для чистого железа (8), профиль концентрации азота содержит скачки концентраций на границах однофазных областей, что в эксперименте не наблюдается, так как в эксперименте используется сталь, а в модели – чистое железо.

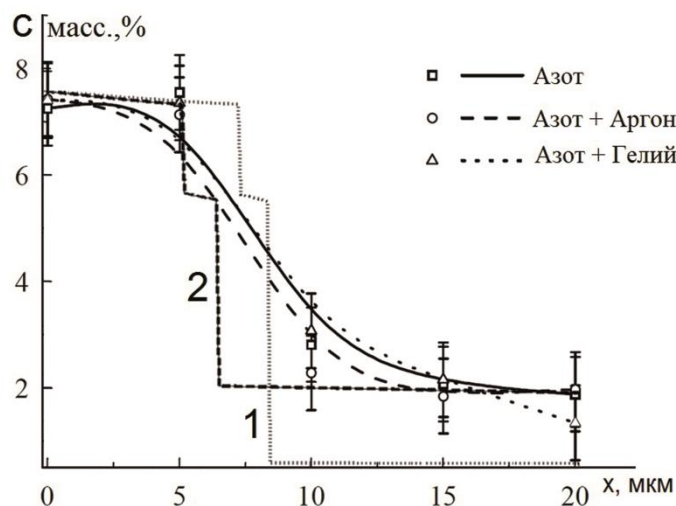


Рис.2. Экспериментальные и расчетные (1,2) профили концентраций азота

В стали железо составляет более 95 %, однако примеси могут формировать устойчивые соединения с азотом, что влияет на коэффициенты диффузии и сглаживают скачки на профиле концентраций азота в стали. В численном эксперименте кривая 2 получена при энергии активации 95517 J/mol. Кривая 2 наиболее соответствует экспериментальной ширине слоев, для более полного соответствия ее эксперименту необходима информация о фазовом состоянии примеси в стали.

Заключение

Математическая модель азотирования (1)-(4) описывает кинетику роста слоев и профили концентраций азота в каждом нитридном слое и диффузионной зоне в процессе плазменного азотирования металла. Математическая модель для железа имеет аналитическое представление решения (5)-(7).

Компьютерная программа позволяет вычислять и прогнозировать концентрацию азота в металлах и сплавах во времени и по ширине нитридных фаз, кроме этого с ее помощью можно анализировать влияние входящих параметров на процесс азотирования. Данная модель может быть применена для прогнозирования процессов азотирования, а также цементации, силицирования и т.д.

Результаты численных расчетов согласуются с экспериментом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гура П.С., Сысун В.И. Ионно-плазменное азотирование поверхности сталей в индукционном разряде с плоской катушкой // Вестник воронежского государственного технического университета – 2013, Том.9, Номер:6-1, С. 82-85.
2. Герасимов С.А., Крукович М.Г., Бадерко Е.А., Клочков Н.П. Моделирование процесса ионного азотирования // Наука и Образование – Научное издание МГТУ ИМ. Н.Э. Баумана – 2013, Номер:1, С. 313-332.
3. Mufu Yan, Qingchang Meng, Jihong Yan. Mathematical Models and computer simulation of nitrogen concentration profiles in pulse plasma nitride layers // J. Mater. Sci. Technol. – 2003, Vol.19 Suppl.1, P. 164-166.
4. S. R. Hosseini, F. Ashrafizadeh, A. Kermanpur. Calculation and experimentation of the compound layer thickness in gas and plasma nitriding of iron // Iranian Journal of Science & Technology, Transaction B: Engineering – 2010, Vol. 34, No. B5, P. 553-566.
5. Лейви А.Я., Талала К.А., Яловец А.П.. Диффузионный массоперенос при плазменной обработке металлов // 11-я Международная конференция «Взаимодействие излучений с твердым мелом», 23-25 сентября 2015 г. Минск, Беларусь. – С. 65-66.
6. Akhmadeev Yu.H., Lopatin I.V., Koval N.N., Schanin P.M., Kolobov Yu.R., Vershinin D.S., Smolyakova M.Yu. Influence of Plasma-Forming Gas Composition on Nitriding in Non-Selfsustained Glow Discharge with Large Hollow Cathode // 10th International Conference on Modification of Materials with Particle Beams and Plasma Flows. Tomsk. 19-24, September 2010. P. 228-231.
7. Жигунов В.В., Лавит А.И., Математическое моделирование диффузии с учетом появления и исчезновения фаз // Известия Тульского государственного университета, Естественные науки. 2013. Вып. 1. С. 202–214.
8. V.I. Dimitrov, J.D. Haen, G.Knuyt, C.Quaeyhaegens, L.M. Stals. Modeling of nitride layer formation during plasma nitriding of iron // Computation Materials Science 15 – 1999, P. 22-34.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОДИФФУЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИНТЕНСИВНЫХ ПОТОКОВ ЭНЕРГИИ НА МЕТАЛЛИЧЕСКУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

Чан Ми Ким Ан

Научный руководитель: Коваль Т.В.

(г. Томск, Национальный исследовательский Томский политехнический университет)

e-mail: tranmykiman@gmail.com

MATHEMATICAL MODELING OF THERMAL DIFFUSION PROCESSES IN SURFACE OF ALLOY UNDER INFLUENCE OF INTENSE FLOW OF ENERGY

Tran My Kim An

Scientific adviser: T. V. Koval

(Tomsk, National Research Tomsk Polytechnic University)

Abstract: This paper proposes a mathematical model and results of process computer modeling thermal diffusion processes in surface of alloy меди-железа (Cu-Fe) under influence of intense energy flow.

Key words: thermal diffusion, mathematical model, computer modeling, partial diffusion coefficient, partial differential equations in Matlab.